

Kamera dan Tri Paparan

Farhan Alfianda Revansha 1240150026

FFTV IKJ

+62 817-666-0055 1240150026@ikj.ac.id

Abstrak

Era fotografi kamera ponsel telah merevolusi aksesibilitas fotografi, namun proses otomatisasi seperti *pixel binning* dan *image restoration* sering kali mengaburkan pemahaman mendasar tentang penciptaan citra secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam prinsip dasar dan implementasi tri paparan (segitiga eksposur): bukaan lensa (*aperture*), laju rana (*shutter speed*), dan sensitivitas media/ISO. Serta sifat ketergantungan timbal baliknya sebagai kontrol kreatif utama. Pendekatan menggunakan metode kualitatif eksperimental tri paparan pada dua lingkungan (luar dan dalam ruangan) dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi (terang, redup, gelap). Simulasi dilakukan dengan mengamati interaksi antara bukaan f/4 hingga f/16, laju rana 1/1000 hingga 1 detik, dan ISO 200 hingga 800. Hasil analisis dan simulasi menunjukkan bahwa elemen tri paparan tidak hanya mengontrol kecerahan/paparan (eksposur), tetapi juga memberikan estetika gambar. Bukaan lensa mengatur kedalaman bidang (*depth of field*), laju rana mengontrol gerakan (*motion blur*), dan ISO mempengaruhi bising (*noise*). Pemahaman tentang hubungan antar ketiga elemen ini sangat penting bagi fotografer yang beralih dari mode otomatis ponsel menuju kontrol penuh, memungkinkan perumusan konsep visual dan kreatif yang direncanakan.

Abstract

The era of mobile phone camera photography has revolutionized photography accessibility, but automation processes such as pixel binning and image restoration often obscure the fundamental understanding of manual image creation. This study aims to analyze in depth the basic principles and implementation of the exposure triangle: lens aperture, shutter speed, and media sensitivity/ISO. As well as the nature of their mutual dependence as the main creative control. The approach uses a qualitative experimental method of exposure in two environments (outdoors and indoors) under varying lighting conditions (bright, dim, dark). Simulations are carried out by observing the interaction between aperture f/4 to f/16, shutter speed 1/1000 to 1 second, and ISO 200 to 800. The results of the analysis and simulation show that the elements of exposure not only control brightness/exposure, but also provide image aesthetics. The lens aperture regulates depth of field, shutter speed controls motion blur, and ISO affects noise. Understanding the relationship between these three elements is crucial for photographers moving from the phone's automatic mode to full control, allowing for the formulation of planned visual and creative concepts.

I. Pendahuluan

I.A. Latar Belakang

Pada November 2000, Vodafone memperkenalkan kamera ponsel pertama di dunia yang dikembangkan oleh Sharp. Ponsel itu seketika populer di kalangan muda-mudi Jepang (Nelson P.A.,

2004). Merek ponsel lain kemudian mengadaptasi fitur ini ke dalam ponsel mereka. Kini seluruh ponsel memiliki fitur kamera. Pada akhirnya fotografi menjadi lebih aksesibel.

Di era fotografi massal ini, masyarakat dapat mendokumentasikan kehidupan mereka dengan mudah. Peristiwa penting dalam kehidupan masyarakat direkam dalam bentuk foto atau video. Salinan foto dan video dibuat dengan cermat dan didistribusikan kepada mereka yang terekam dalam bingkai. Layaknya komunikasi suara yang dimungkinkan melalui telepon, foto bersifat personal. Foto menyatukan orang-orang melalui kenangan bersama atau dengan membawa tempat-tempat lain, seperti destinasi wisata, kepada teman dan keluarga melalui foto. Penggunaan ini memberikan ketertarikan fotografi yang berbeda. Kamera ponsel mengubah cara masyarakat berinteraksi (Nelson P.A., 2004).

Di era fotografi kamera ponsel, setiap pengguna ponsel bisa menjadi seniman dan pencatat sejarah. Perkembangan kamera ponsel sepenuhnya mengubah proses fotografi. Perlengkapan untuk syuting sudah tidak penting lagi. Ketika seseorang melihat peristiwa yang menarik, mereka hanya perlu mengeluarkan ponsel mereka, buka kamera, bidik, lalu potret.

Dengan fitur mode, auto, filter, dan *artificial intelligent* memudahkan pengguna menangkap foto. Meski begitu, foto yang dihasilkan kamera ponsel telah diubah melalui proses foto yang berlebih. Sensor yang lebih kecil dari kamera fotografi juga hanya menghasilkan foto yang lebih rendah mutu. Di sinilah *pixel binning* dan *image restoration* meningkatkan foto yang ditangkap oleh kamera ponsel.

Pixel binning adalah proses penggabungan data dari beberapa piksel yang berdekatan menjadi satu piksel yang lebih besar untuk meningkatkan sensitivitas cahaya dan mengurangi bising (*noise*), sehingga menghasilkan foto yang lebih terang dan jelas, terutama dalam kondisi pencahayaan yang rendah (Baraka, 2023). Sedangkan *image restoration* adalah meningkatkan kembali foto yang tergradasi dengan mengetahui beberapa faktor degradasi dari foto untuk memperoleh kembali foto asal (Manalu, 2021).

Beberapa individu puas dengan hasilnya, namun beberapa kurang puas karena merasa foto yang dihasilkan tidak benar-benar asli dibanding dengan hasil potret kamera fotografi sehingga penasaran dengan proses fotografi yang sebenarnya. Hal ini membawa mereka untuk mencicipi proses kamera fotografi. Bagi mereka yang masih sangat baru dengan kamera fotografi, mengoperasikannya bisa jadi sangat membingungkan. Meski mereka dapat mempelajari tri paparan (segitiga eksposur) pada

mode pro kamera ponsel, namun mode tersebut tidak benar-benar memberikan kendali penuh bagi pengguna.

Untuk menghasilkan foto yang diinginkan, pengguna perlu memahami bagaimana cara kerja kamera, hubungan antar tri paparan (segitiga eksposur), dan lensa. Kamera dibentuk dari tiga bagian utama: Lubang jarum, kamar gelap, dan media penyimpanan. Kamar gelap sangat penting agar cahaya yang masuk dari lubang jarum dapat membentuk foto. Lubang jarum juga berperan untuk memperjelas foto yang dihasilkan di kamar gelap, ini yang menjadi cikal bakal istilah bukaan lensa (*aperture*). Media penyimpanan digunakan untuk menyimpan foto yang tercetak oleh cahaya. Cepat lambatnya foto tercetak tergantung pada sensitivitas media penyimpanan yang nantinya diukur dengan ISO/ASA.

Tujuan karya tulis ini adalah untuk menganalisis prinsip dasar cara kerja kamera serta implementasi tri paparan (segitiga eksposur) sebagai kontrol kreatif dalam fotografi, guna menghasilkan foto yang sesuai dengan konsep kreatif fotografer.

I.B. Metode

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksperimental terhadap pengalaman pengguna kamera manual dengan eksperimen teknis berbasis tri paparan (segitiga eksposur). Tujuannya untuk memahami secara teknis bagaimana kendali manual dalam kamera fotografi bekerja.

Teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data melalui potret mandiri di tempat dan waktu yang telah direncanakan. Menggunakan sebuah instrumen: kamera mirrorless Fujifilm XA10. Selain itu, menggunakan foto yang beredar di dunia maya untuk melengkapi ilustrasi.

II. Pembahasan

II.A. Sejarah Singkat

Sekitar tahun 1000 Masehi, fenomena foto lubang jarum (*pin hole*) disaksikan dan pertama kali dipelajari oleh Ibn al-Haitham. Dia juga menemukan bahwa semakin kecil lubang jarum, semakin tajam foto yang dihasilkan (Agustiyanto, 2025). Penyempurnaan optik dan tampilan kamera obskura disarankan oleh Girolama Cardano pada tahun 1550 dan Daniel Barbaro pada tahun 1569 (Doble, 2013). Ini yang menjadi akar dari bukaan lensa (*aperture*). Pada saat itu, foto yang tampil hanya sebatas alat untuk menjiplak foto dengan kuas dan tinta untuk kebutuhan ilmiah maupun artistik.

Pada tahun 1827, Joseph Nicéphore Niépce berhasil mempermanenkan foto dengan kamera obskura miliknya. Dengan melapisi lempeng timah dengan lapisan fotosensitif: *bitumen of Judea* yang kemudian dipaparkan pada cahaya selama 8 jam. Area yang terang pada foto memungkinkan cahaya bereaksi dengan lapisan bahan kimia pada lempengan. Kemudian Niépce menempatkan lempeng timah ke dalam pelarut, secara bertahap memunculkan foto yang sebelumnya tidak terlihat. Menghasilkan foto pertama di dunia yang dinamakan *La cour du domaine du Gras* “Halaman Perkebunan Gras”.

Louis Daguerre mengembangkan penemuan Niépce. Dia berhasil memotong waktu paparan menjadi kurang dari 30 menit. Dengan mengganti lapisan lempeng dengan bahan yang lebih sensitif cahaya, ini menjadi cikal bakal dari ISO. Daguerre sempat menggandeng Niépce untuk mengembangkan proses fotografi hingga akhir hayat Niépce. Pada tahun 1839, Daguerre berhasil membuat instrumen fotografi yang lebih efektif dan menyebutnya “Daguerrrotype”.

Pada tahun 1871, Dr. Richard Leach Maddox berhasil mengganti emulsi dengan gelatin dan perak bromida, meningkatkan waktu paparan. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Charles Harper Bennett pada tahun 1878 melalui proses pemanasan (*ripening*) yang membuat emulsi menjadi lebih cepat daripada proses kolodion basah. Memungkinkan untuk dikembangkannya laju rana (*shutter speed*) hingga 1/25 detik ke bawah.

Pada tahun 1889, George Eastman mengadaptasi gelatin ini untuk diterapkan pada pengembangan film yang fleksibel, ergonomis, efektif, tidak mudah rusak, dan dapat digulung. Ini juga memungkinkan untuk George Eastman, selaku pendiri Kodak, untuk membuat kamera fotografi *snapshot*.

II. B. Tri Paparan

Dalam fotografi, paparan/eksposur merujuk pada kontrol cahaya dalam kamera dan dampaknya pada foto yang dihasilkan. Tinggi paparan (*overexposure*) dan rendah paparan (*underexposure*) dalam fotografi ditentukan dengan pengaturan bukaan lensa, laju rana, dan sensitivitas media.

Sensitivitas media diukur dalam ISO atau indeks paparan (*index exposure*). Semakin tinggi ISO, semakin sensitif media tersebut terhadap cahaya, begitupun sebaliknya. Dalam fotografi digital, ISO merujuk pada seberapa cepat sinyal tegangan untuk diubah menjadi foto digital. Sensor kamera digital berupa chip silikon yang tersusun atas jutaan piksel yang berfungsi menangkap cahaya. Pada

saat menpotret, cahaya akan masuk ke lensa dan diterima oleh setiap piksel dari sensor yang diubah menjadi sinyal tegangan, untuk kemudian diterjemahkan menjadi sebuah foto digital (Dryad P., 2022).



ISO 200, f/8, 1/60



ISO 400, f/8, 1/60



ISO 800, f/8, 1/60



ISO 200, f/8, 1/60



ISO 400, f/8, 1/60



ISO 800, f/8, 1/60



ISO 200, f/8, 1/60



ISO 400, f/8, 1/60



ISO 800, f/8, 1/60

Gambar 1.0; Perbandingan ISO 200, 400, dan 800

28 September 2025, Farrel Rezasyah

Dalam fotografi film, ISO terendah yang tersedia secara komersial adalah ISO 100 dan tertinggi adalah ISO 3200. Dalam fotografi digital, terdapat istilah '*native ISO*' yaitu kemampuan sensor kamera menangkap cahaya secara alami tanpa bantuan proses digital. Membuat foto yang dihasilkan unggul mutu serta rendah bising (*noise*), rentang antara 100 hingga 3200. Sedangkan '*extended ISO*' adalah ISO yang dibantu dengan proses digital. Rentang antara 50 dan 6400 ke atas.

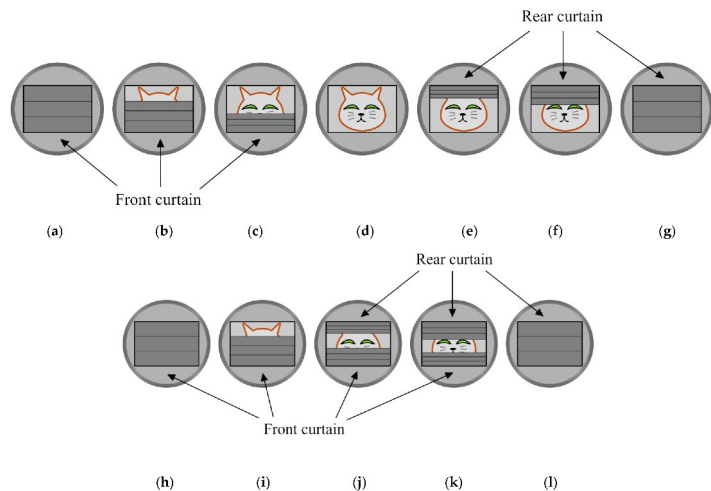
Bising film/butir (*grain*) dan bising digital (*digital noise*) memiliki karakteristik dan mekanisme terbentuk yang berbeda. Butir terjadi ketika butiran kristal silver halida bereaksi terhadap cahaya. Bagian foto terang (*highlight*) akan bereaksi lebih daripada bagian foto teduh (*shade*). Sedangkan bising digital terjadi ketika piksel tersebar di seluruh foto yang diambil dengan kamera digital karena keterbatasan sensor. Bising digital sering terjadi pada foto malam hari atau di dalam ruangan dengan pencahayaan yang buruk. Ketika minim cahaya, fotografer meningkatkan ISO untuk

menangkap lebih banyak cahaya, tetapi ini juga meningkatkan bising (Sinopseen Technology, 2024). Jadi ISO tinggi tidak secara langsung menyebabkan bising, tetapi memotret dalam pencahayaan yang buruk pasti menghasilkan foto yang bising (Ferguson A., 2025)

Laju rana/waktu papar (*shutter speed*) merujuk pada bukaan rana yang menentukan waktu film pada kamera film atau sensor pada kamera digital terpapar cahaya. Kebanyakan kamera menggunakan rana mekanik, waktu papar ditentukan oleh dua gordén rana yang dikerahkan di depan *focal plane*. Mekanismenya disebut rana bidang fokus (*focal plane shutter*).

Simon, 2022

Gambar 2.0; Operasi mekanis rana dengan dua gordén. (a-g) paparan panjang (*long exposure*), rana sepenuhnya terbuka, (h-l) paparan pendek (*short exposure*), rana yang terbuka hanya sebagian.



Sebelum paparan, gordén pertama (di depan) menghalangi masuknya cahaya. Saat paparan dimulai, gordén pertama jatuh, memberikan jalan kepada cahaya untuk masuk menuju film/sensor kamera. Untuk paparan panjang, rana akan terbuka sepenuhnya untuk beberapa waktu hingga gordén kedua (di belakang) mulai menutup, menghentikan masuknya cahaya ke film/sensor. Untuk paparan pendek, prosesnya sama seperti sebelumnya, namun rana tidak sepenuhnya terbuka: gordén kedua mulai menutup saat gordén pertama sedang memberikan masuk cahaya (Simon, 2022).



ISO 250, f/5.6, 1/1000



ISO 250, f/5.6, 1/500



ISO 250, f/5.6, 1/250



ISO 250, f/5.6, 1/125



ISO 250, f/5.6, 1/60



ISO 250, f/5.6, 1/30



ISO 250, f/5.6, 1/15



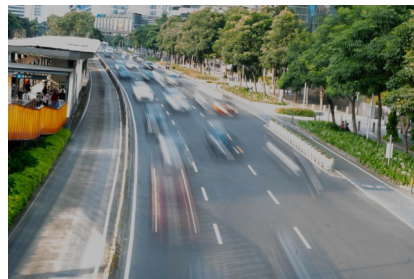
ISO 250, f/5.6, 1/8



ISO 250, f/5.6, 1/4



ISO 250, f/5.6, 1/2

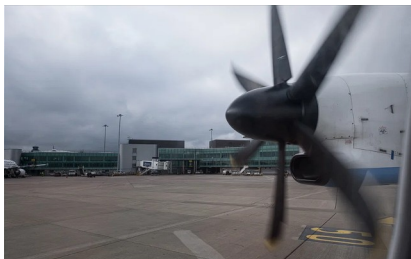


ISO 250, f/5.6, 1

Gambar 2.1; Perbandingan paparan pendek (*short exposure*) hingga paparan panjang (*long exposure*).

28 September 2025, Farrel Rezasyah

Sebaliknya, rana elektronik (*electronic shutter*) menghilangkan mekanisme fisik tersebut dan hanya mengandalkan sensor untuk mengaktifkan dan menonaktifkan paparan pada waktu yang ditentukan. Banyak rana elektronik pada kamera ponsel dan kamera digital yang lebih murah menggunakan metode *rolling shutter*, di mana sensor dibaca baris demi baris. Hal ini menyebabkan distorsi yang tidak terjadi pada rana mekanik atau *global shutter*, jenis rana elektronik yang membaca seluruh sensor secara serentak.



Rana mekanik



Rana elektronik

Gambar 2.2; Perbandingan rana mekanik dan rana elektronik.

Sumber: Ramsden

Bukaan lensa merujuk pada bukaan bilah pada lensa yang berfungsi mengatur banyaknya cahaya yang masuk ke dalam kamera. Diwakili dengan f-stop, dimana semakin kecil angkanya semakin besar bukaannya, begitupun sebaliknya. Efeknya adalah kedalaman bidang (*depth of field*). Ketika bukaan kecil, kedalaman bidangnya dalam, cahaya yang masuk sedikit dan terfokus. Semua bagian

citra akan tajam. Ketika bukaan besar, kedalaman bidangnya dangkal, cahaya yang masuk banyak dan tidak teratur. Maka citra buram, hanya sebagian yang tajam sesuai dengan pengaturan focal length.



f/16



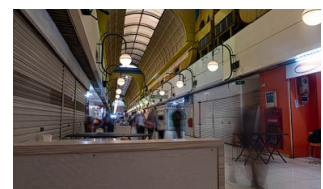
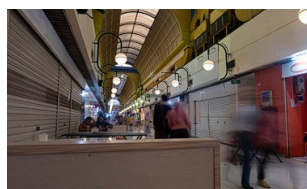
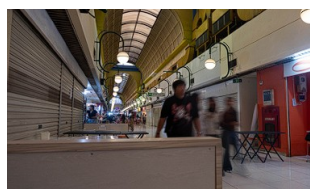
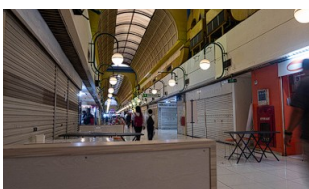
f/4

Gambar 3.0; Perbandingan antara bukaan besar dengan bukaan kecil
28 September 2025, Farrel Rezasyah

Tri paparan adalah model yang menunjukkan bahwa paparan atau kecerahan gambar adalah instrumen dari tiga variabel: bukaan lensa, laju rana, dan sensitivitas. Masing-masing memiliki fungsi ganda. Bukaan lensa berfungsi mengontrol volume cahaya yang masuk dan kedalaman bidang. Laju rana mengontrol durasi cahaya yang masuk dan merekam gerakan. Sensitivitas media (ISO) mengontrol sensitivitas sensor dan tingkat bising. Setiap penambahan atau pengurangan 1 stop harus dikompensasi oleh perubahan 1 stop variabel lain.

II. C. Paparan Ekuivalen

Paparan ekuivalen (*equivalent exposure*) adalah kombinasi tri paparan yang menghasilkan jumlah cahaya total yang sama. Untuk [gambar 4.0] dengan ISO 200 dan pengaturan (f/4, 1/8), (f/5.6, 1/4), (f/8, 1/2), dan (f/11, 1). Meski keempat foto tersebut memiliki paparan yang sama, hasil visual yang diberikan berbeda. Pilihan kombinasi mana yang digunakan ditentukan oleh konsep kreatif fotografer.



Gambar 4.0

26 September 2025, Farrel Rezasyah

Berikut adalah simulasi tri paparan yang diambil dari lingkungan yang berbeda (*outdoor* dan *indoor*). Dengan pengaturan bukaan lensa f/4 hingga f/16 dan laju rana 1/1000 hingga 1 detik.

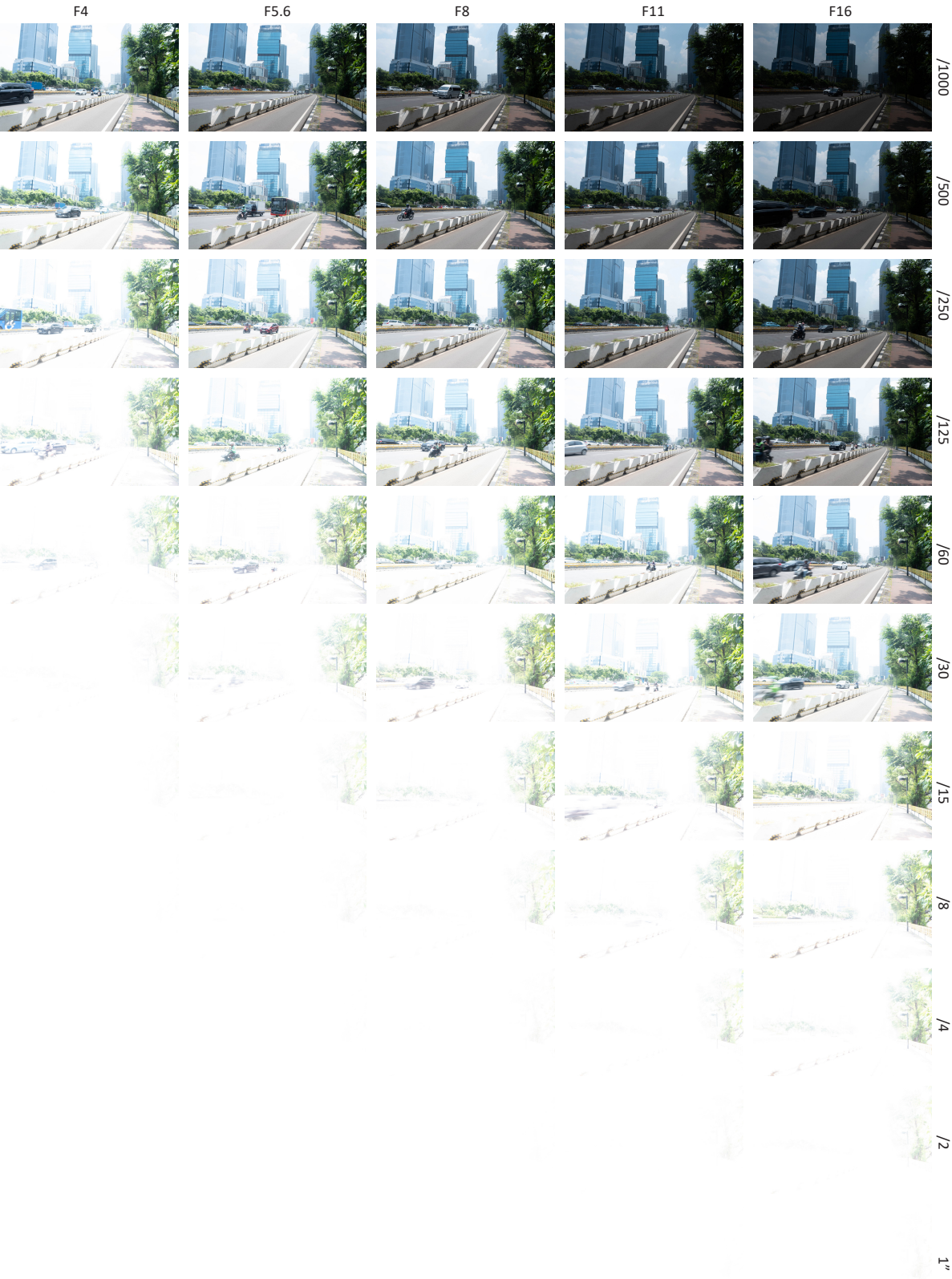
OUTDOOR/TERANG ISO200

JL. SUDIRMAN



OUTDOOR/TERANG ISO400

JL. SUDIRMAN



OUTDOOR/TERANG ISO800

JL. SUDIRMAN



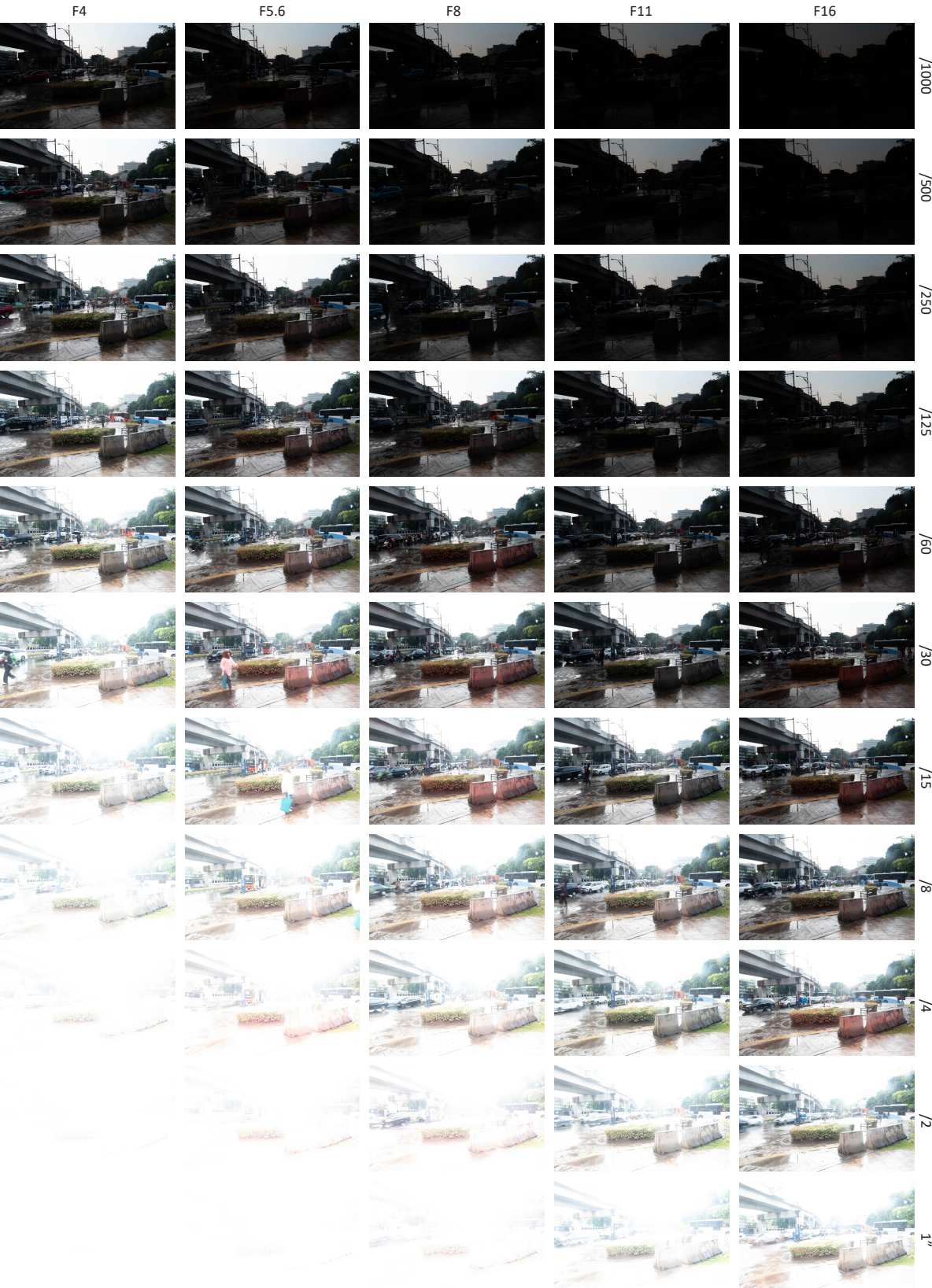
OUTDOOR/REDUP ISO200

JL. PANGLIMA POLIM



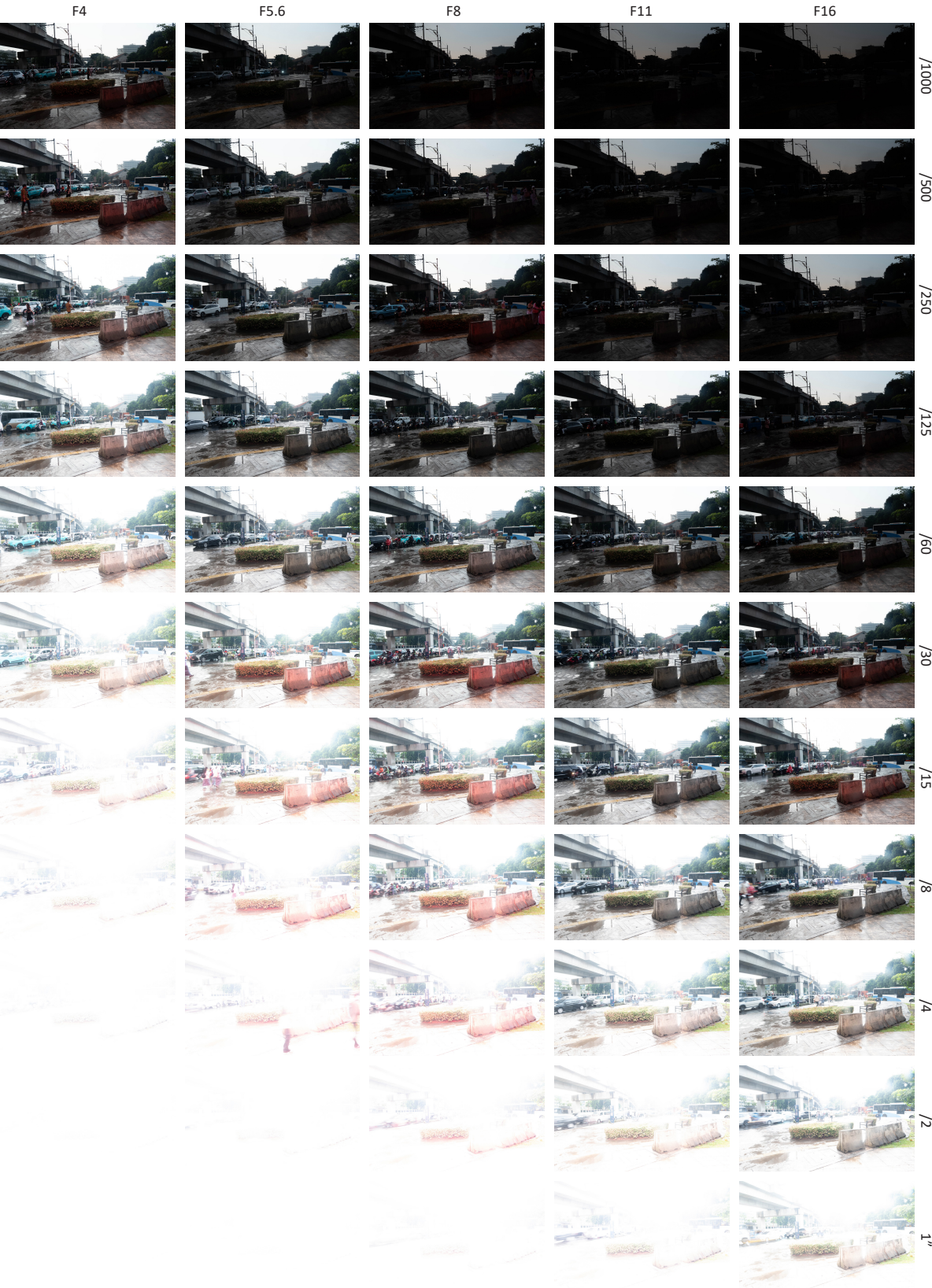
OUTDOOR/REDUP ISO400

JL. PANGLIMA POLIM



OUTDOOR/REDUP ISO800

JL. PANGLIMA POLIM



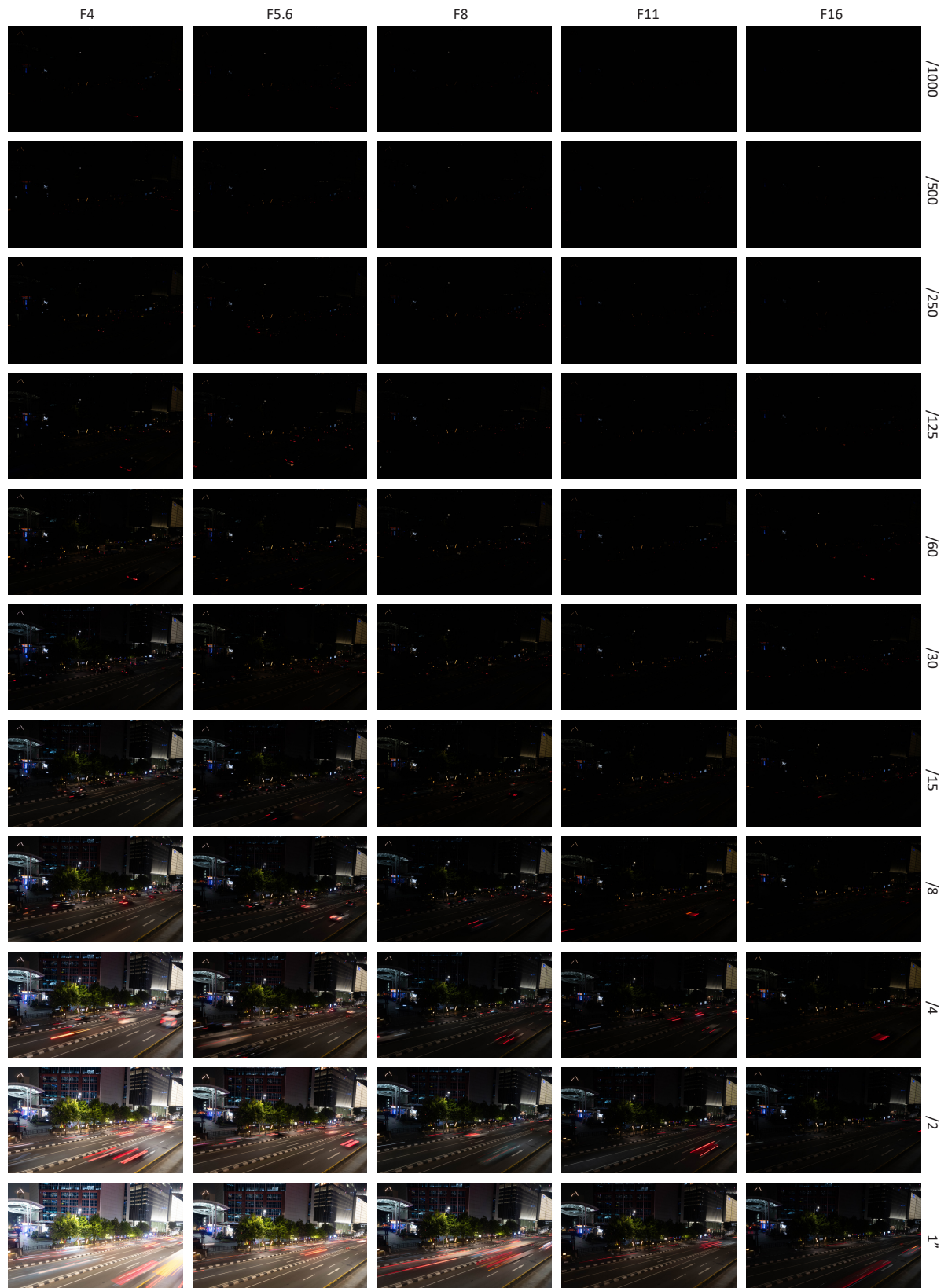
OUTDOOR/GELAP ISO200

SEBERANG UNIKA

F4	F5.6	F8	F11	F16	
					1/1000
					1/500
					1/250
					1/125
					1/60
					1/30
					1/15
					1/8
					1/4
					1/2
					1"

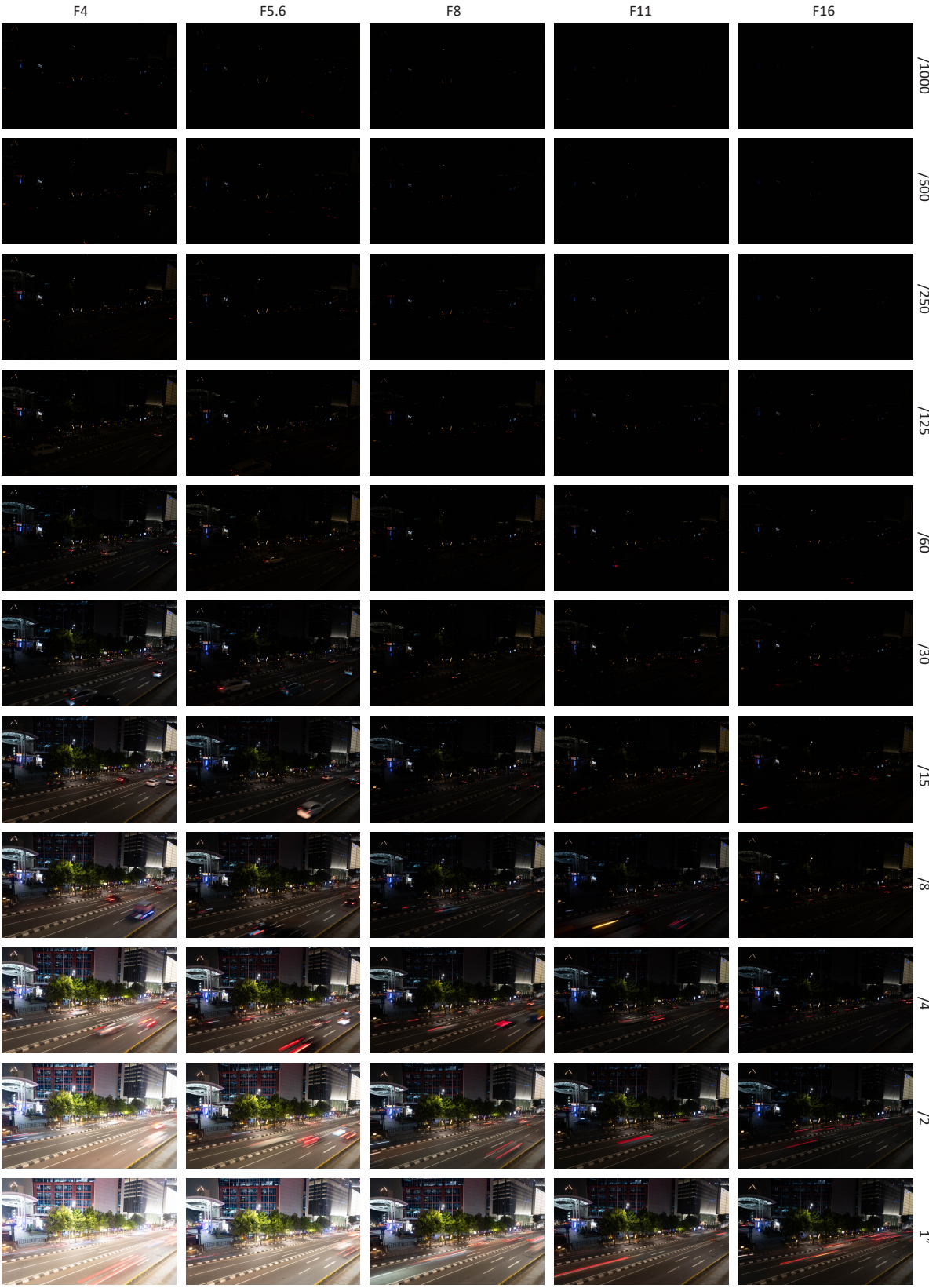
OUTDOOR/GELAP ISO400

SEBERANG UNIKA



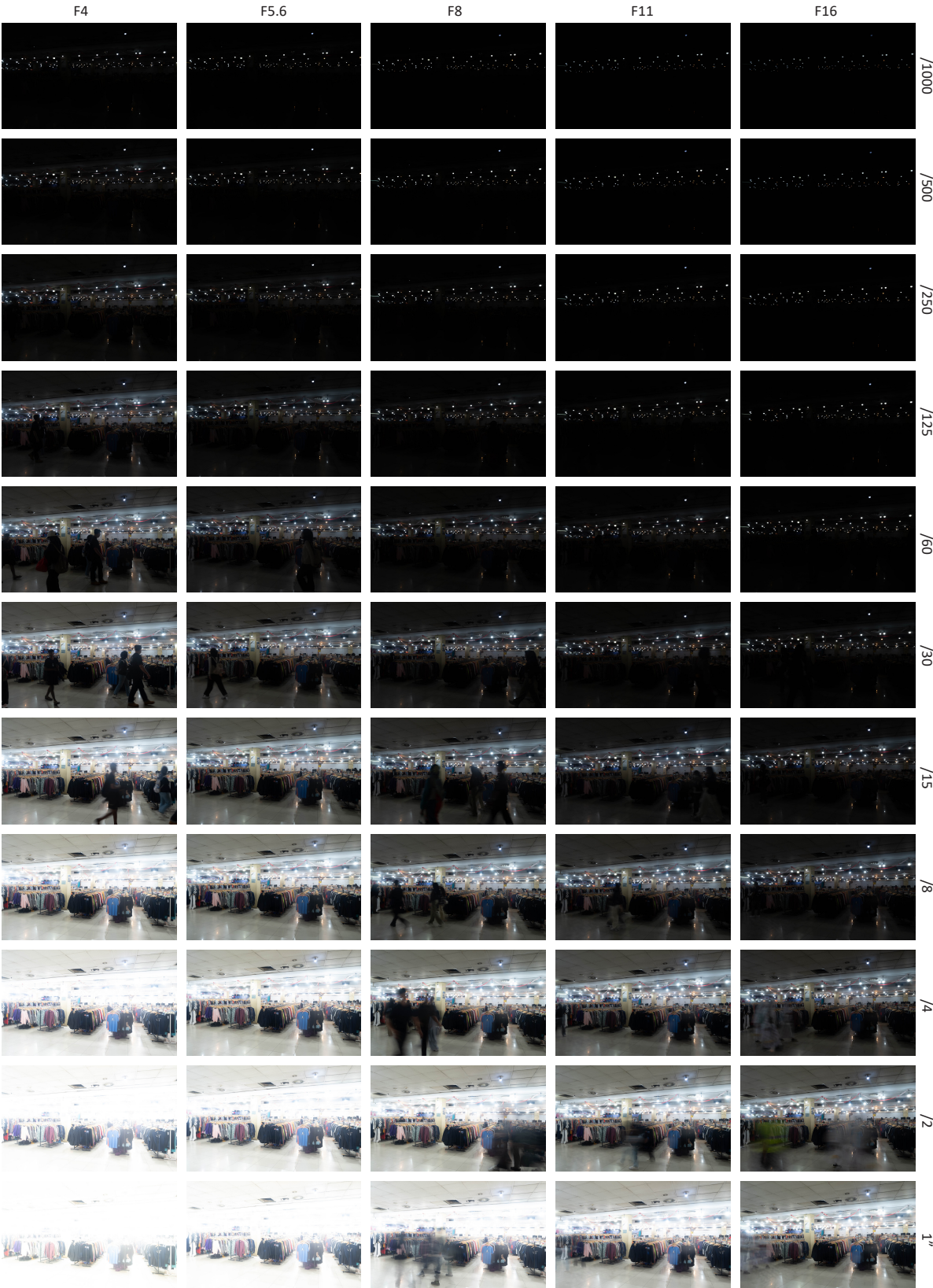
OUTDOOR/GELAP ISO800

SEBERANG UNIKA



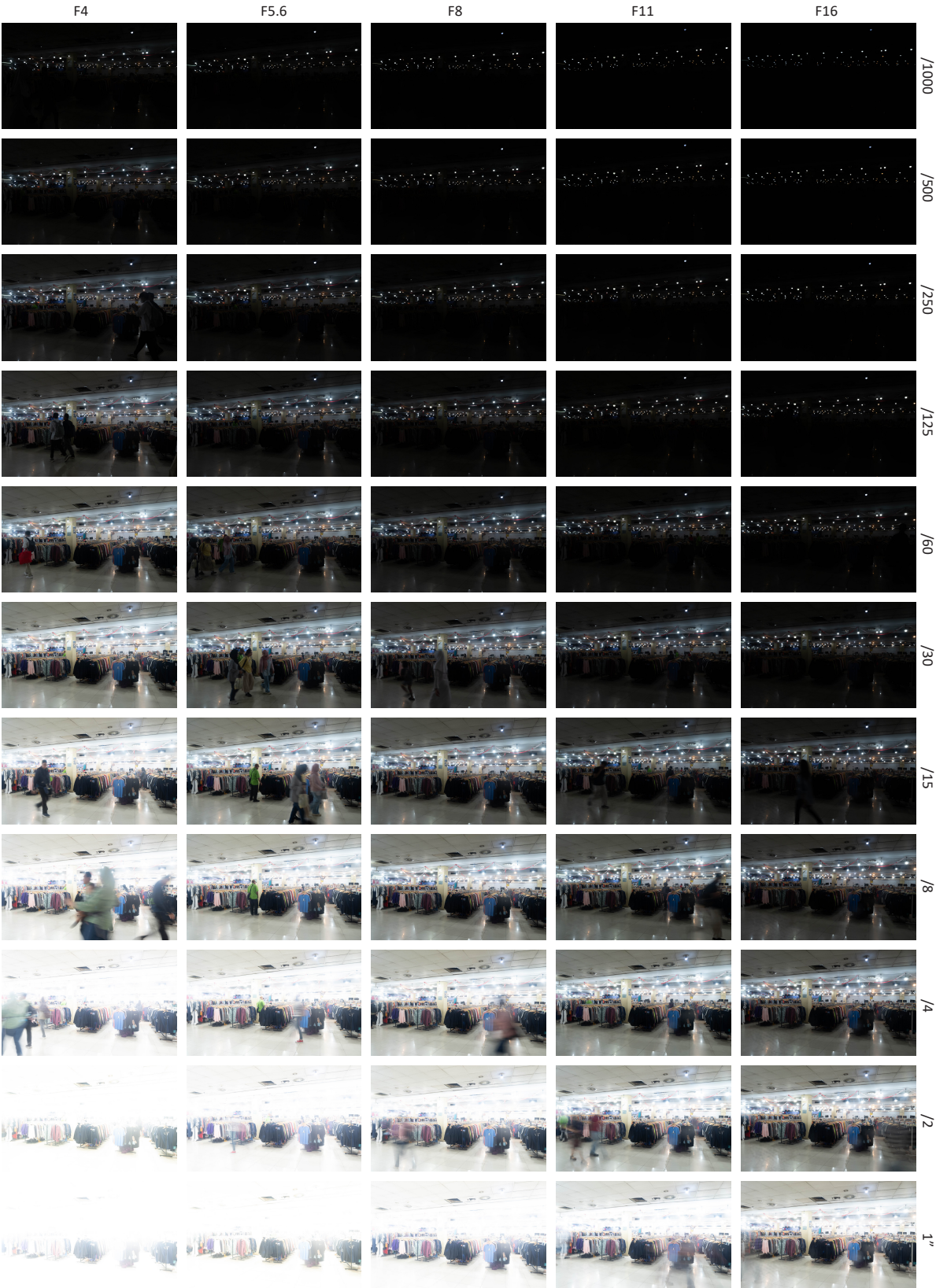
INDOOR/TERANG ISO200

BLOK M SQUARE



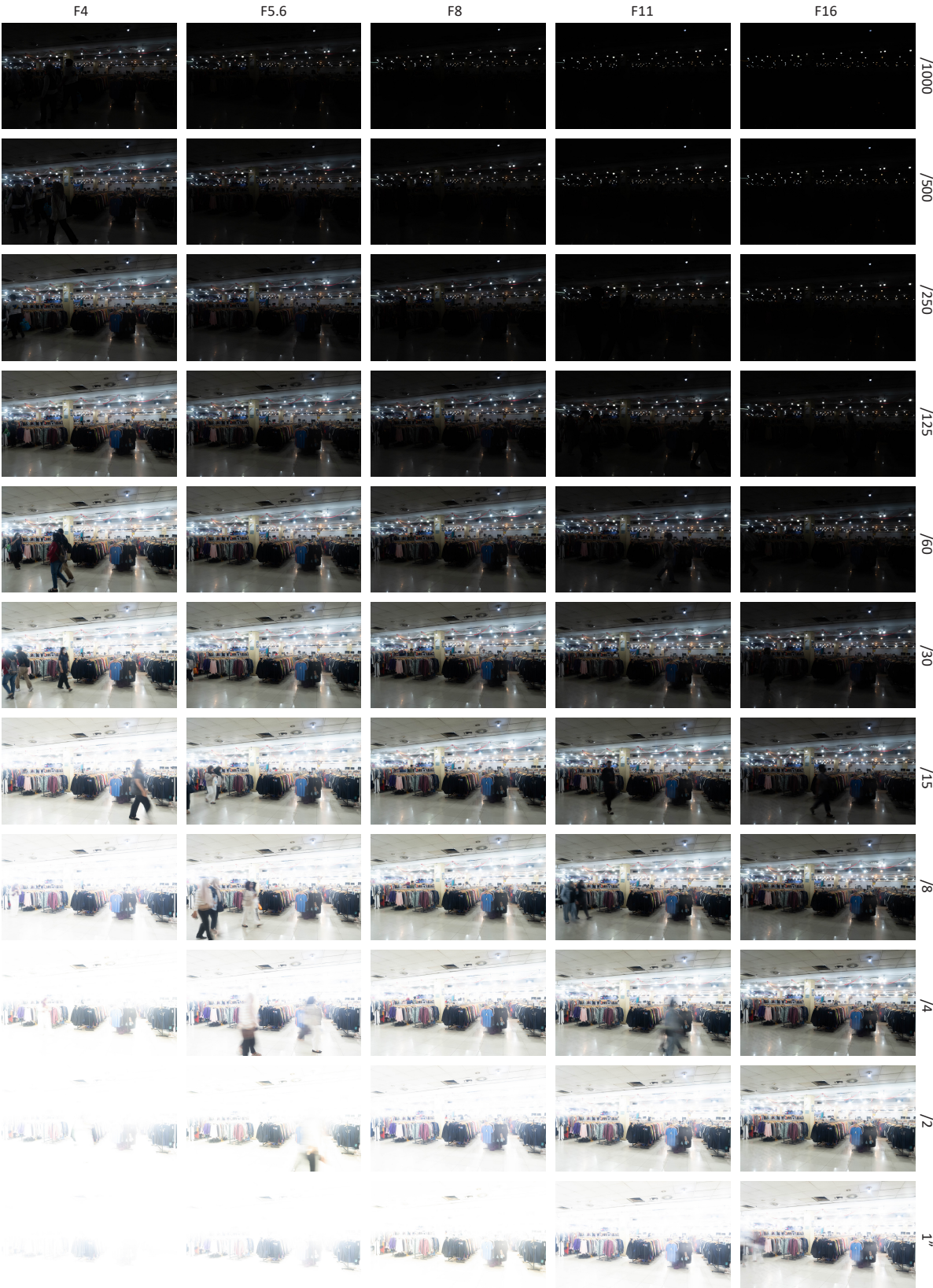
INDOOR/TERANG ISO400

BLOK M SQUARE



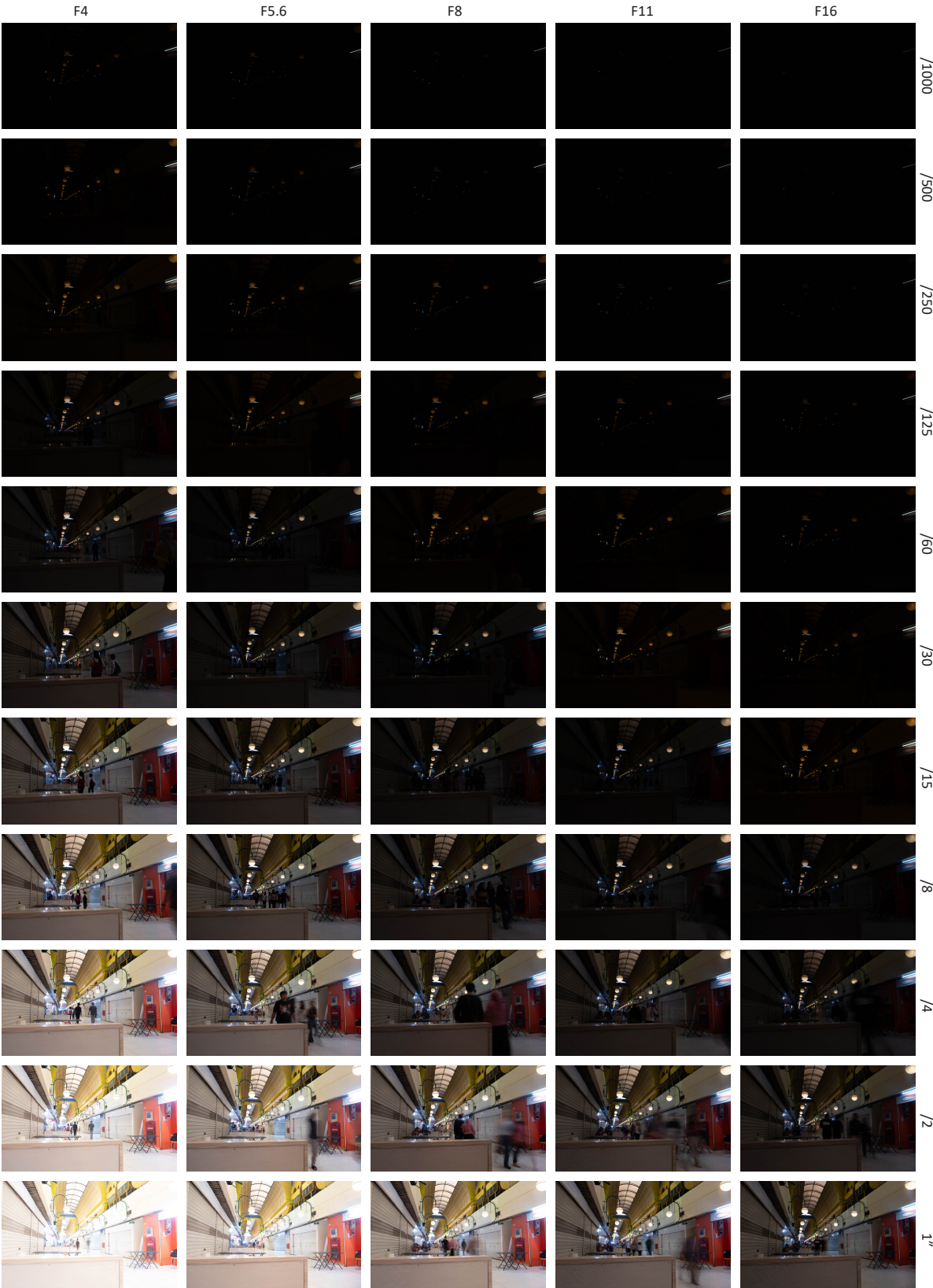
INDOOR/TERANG ISO800

BLOK M SQUARE



INDOOR/REDUP ISO200

BLOK M SQUARE



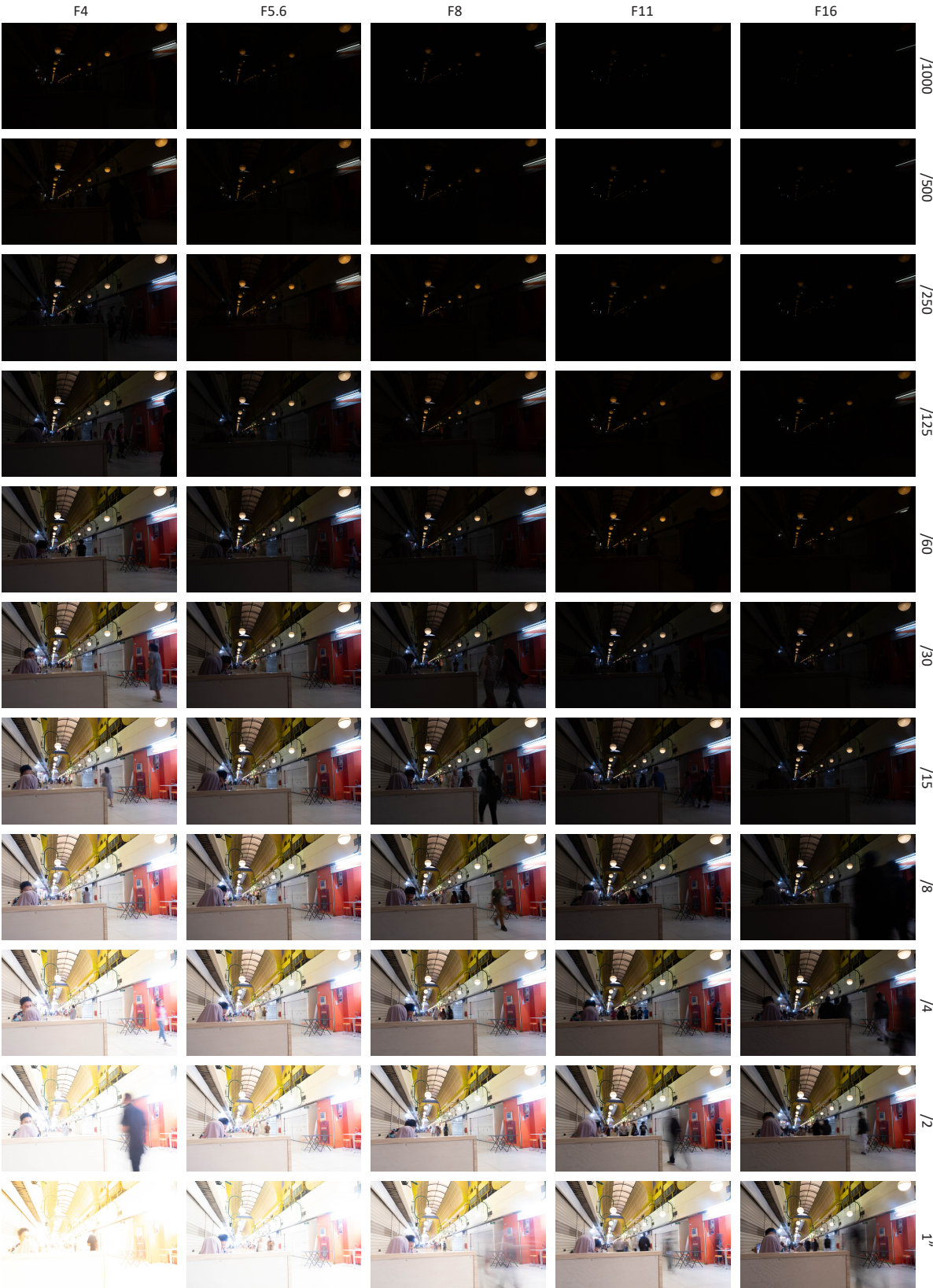
INDOOR/REDUP ISO400

BLOK M SQUARE



INDOOR/REDUP ISO800

BLOK M SQUARE



INDOOR/GELAP ISO200

KAMAR

F4	F5.6	F8	F11	F16	
					1/1000
					1/500
					1/250
					1/125
					1/60
					1/30
					1/15
					1/8
					1/4
					1/2
					1"

INDOOR/GELAP ISO400

KAMAR

F4	F5.6	F8	F11	F16	
					1/1000
					1/500
					1/250
					1/125
					1/60
					1/30
					1/15
					1/8
					1/4
					1/2
					1"

INDOOR/GELAP ISO800

KAMAR

F4	F5.6	F8	F11	F16	
					1/1000
					1/500
					1/250
					1/125
					1/60
					1/30
					1/15
					1/8
					1/4
					1/2
					1"

Analisis ini kami fokuskan pada dua kondisi: *outdoor* terang, untuk mewakili kondisi cahaya ideal dan *indoor* redup, untuk mewakili kondisi cahaya buruk.



Gambar 5.0



Gambar 5.0.a



Gambar 5.1



Gambar 5.1.a

Gambar di atas di potret dengan ISO 400. [Gambar 5.0] dipotret dengan pengaturan $f/8$, $1/500$, menghasilkan paparan yang netral. Tidak tinggi papar maupun rendah papar. Untuk memprioritaskan kedalaman bidang yang dalam, bukaan diperkecil hingga $f/16$. Dikompensasi dengan laju rana sebesar -2 stop, $1/125$, untuk menyeimbangkan paparan. Sebagaimana yang ditunjukkan pada [gambar 5.1].

Pada kondisi cahaya berlimpah, ISO rendah dapat dipertahankan. Fotografer dapat bebas memilih eksposur ekuivalen mana pun yang menghasilkan kecerahan yang sama. Pilihan antara ($f/5.6$, $1/1000$) hingga ($f/16$, $1/125$) sepenuhnya didasarkan pada konsep kreatif.

Selanjutnya gambar di bawah dipotret dengan ISO 800. Pada kondisi cahaya terbatas, paparan ekuivalen difokuskan untuk menghindari kekurangan cahaya dan potensi bising. Penggunaan ISO 800 sudah tinggi, jika ditingkatkan lagi berpotensi menghasilkan bising digital. Namun ini diperlukan untuk memungkinkan laju rana yang dapat dipotret tanpa tripod (*handheld*).



Gambar 5.3



Gmabar 5.3.a



Gambar 5.4

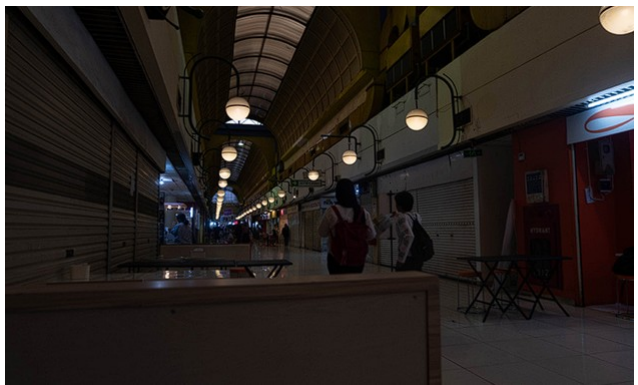


Gambar 5.4a

Pada [gambar 5.3] menggunakan pengaturan ($f/4$, $1/30$). Untuk mencapai kedalaman bidang yang dalam, bukaan lensa diperlebar hingga $f/16$. Namun rana harus mengkompensasi dengan menurunkan hingga -4 stop, $1/2$. Laju rana yang lambat pasti menyebabkan *motion blur* akibat getaran kamera atau pergerakan subjek (lihat gambar 5.4 dan 5.4.a).



Gambar 5.5



Gambar 5.6

Kedua gambar di atas menggunakan pengaturan bukaan dan laju rana yang sama, yaitu: ($f/4$, $1/30$) dengan ISO yang berbeda. [Gambar 5.5] menggunakan ISO 800 sedangkan [gambar 5.6] menggunakan ISO 200. Ini membuktikan bahwa pada kondisi cahaya yang sulit, peningkatan ISO adalah kompensator penting untuk menjaga paparan gambar ketika bukaan lensa dan laju rana sudah diatur hingga batas yang dapat dipotret *handheld*.

Pada kondisi pencahayaan buruk, pilihan kreatif tri paparan dibatasi oleh faktor teknis. Fotografer sering dipaksa untuk membuka bukaan lensa semaksimal mungkin untuk menangkap cahaya sebanyak-banyaknya. Meningkatkan ISO hingga batas toleransi bising. Memperlambat laju rana dengan antisipasi *motion blur*.

III. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prinsip dasar dan hubungan antar tri paparan sebagai alat kontrol utama dalam fotografi, utamanya bagi pengguna yang bertransisi dari proses otomatisasi kamera ponsel menuju kendali manual penuh.

Tri paparan; bukaan lensa, laju rana, dan ISO bekerja dengan skala stop yang saling bergantung satu sama lain. Berbagai kombinasi pengaturan dapat menghasilkan eksposur ekuivalen. Hal ini menunjukkan bahwa keputusan manual dalam fotografi tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berbasis estetika dan konsep kreatif.

Setiap elemen tri paparan memiliki fungsi ganda selain mengontrol jumlah cahaya. Bukaan lensa mengontrol kedalaman bidang yang bisa digunakan untuk isolasi subjek atau ketajaman latar belakang. Laju rana mengontrol gerakan, digunakan untuk membekukan subjek atau menghasilkan efek kabur. ISO mengontrol bising, yang digunakan untuk kompensator terakhir untuk menjaga paparan citra.

Hasil simulasi pada kondisi cahaya rendah menunjukkan bahwa pilihan kreatif menjadi terbatas. Untuk mempertahankan paparan netral, fotografer membuka bukaan lensa hingga maksimal dan meningkatkan ISO hingga ambang batas bising, sementara laju rana dijaga agar tidak menghasilkan *motion blur* yang diakibatkan oleh getaran kamera ketika menjepret. Ini membuktikan pemahaman teknis untuk mengatasi keterbatasan lingkungan.

Pemahaman mendalam mengenai tri paparan dan hubungan antar ketiganya sangat penting. Ini mendorong fotografer untuk bergerak melampaui hasil citra otomatisasi dan *image restoration* ponsel, memungkinkan mereka untuk merumuskan, mengontrol, dan mengeksekusi visi kreatif mereka secara terencana dan bertanggung jawab. Menjadikan fotografi sebagai seni ekspresif yang terarah.

IV. Daftar Pustaka

- Agustiyanto, F. R. (2025). *Antara Wahyu dan Eksperimen: Bapak Optik dalam Perspektif Sains Islam*.
- Anissa. (n.d.). *Film Grain vs. Digital Noise: What's the Difference?*. Anissa D. Photography. <https://anissadphotography.com/fil-grain-vs-digital-noise-differences/>
- Atan, A. S. B., Mohd Fairuz B. O., & Nazirul A. B. M. H. (2023). *PHOTOGRAPHY: Painting with Light*. <https://repositori.mypolycc.edu.my/jspui/handle/123456789/3396>
- Baraka. (2023). *Pixel binning: Meningkatkan Kualitas Gambar dalam Kamera Ponsel*. Unchategories. <https://baraka.uma.ac.id/pixel-binning-meningkatkan-kualitas-gambar-dalam-kamera-ponsel/>
- Carroll, O. B. (2016). *A Beginner's Guide to Aperture, Shutter Speed, and ISO in Photography*.
- Coleman, D. (2023). *Native vs Extended ISO Range in Digital Cameras Explained*. Have Camera Will Travel. <https://havecamerawilltravel.com/native-vs-extended-iso-range/>
- Doble, R. (2013). *A Brief History of Light & Photography*.
- Dryad, P. (2022). *Penjelasan Singkat Tentang Apa Itu Noise Pada Kamera*. TECHijau. <https://techijau.com/noise-adalah/>
- Ferguson, A. (2025). *How to Know What Shutter Speed, Aperture, and ISO Your Photo Needs*. DPReview. <https://www.dpreview.com/learn/7209724407/how-to-know-what-shutter-speed-aperture-and-iso-your-photo-needs>
- James, T. H. (1989). *increases in Photographic Sensitivity During the Nineteenth Century*. Journal of the Society of Photographic Science and Technology of Japan, Vol 52, No. 3.
- Lovely Bogor. (n.d.). *Mengenal Istilah Noise dalam Fotografi: Titik-Titik Berwarna Tak Dikehendaki*. <https://fotografi.lovelybogor.com/mengenal-istilah-noise-dalam-fotografi-titik-titik-berwarna-tak-dikehendai/>
- Manali, S. B. (2021). *Image Restoration Menggunakan Metode Lucy-Richardson Pada Citra Underwater*. Resolusi, Vol 1, No. 3, hal 179-187.
- Nelson, P. A. (2004). *The Making of the Camera Phone: How Japan's Mobile and Optics Technologies are Converging*.
- O'Donnell, C. (n.d.). *Native vs. Extended ISO: What's the Difference?*. CreativeRAW. <https://creativeraw.com/native-vs-extended-iso-whats-the-difference/>

Ramsden, L. (n.d.). *Electronic Shutter vs Mechanical Shutter*.
<https://leeramsden.com/blog/electronic-shutter-vs-mechanical-shutter>

Simon, G., Vakulya, G., & Rátosi, M. (2022). *The Way Modern Shutter Speed Measurement Methods: A Historical Overview*.

Sinoseen Technology. (2024). *Memahami dan Mengatasi Bising dalam Fotografi: Panduan Lengkap*. <https://www.sinoseen.com/id/taming-noise-in-photography-guide>

Toluwani, D. T., & Onwuekwe, C. (2025). *The Basics of Basic Photography*.